

---

*ISSN 1813-5420 (Print). Енергетика: економіка, технології, екологія. 2017. № 1*

---

## **ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГЕТИКИ**

## **ECONOMIC ASPECTS OF POWER-ENGINEERING**

---

УДК 621.783.2:621.311.16

Ю.Г. Качан, д-р техн. наук, проф.,  
В.Л. Коваленко, канд. техн. наук, доц.,  
А.А. Візер, асист.,  
Запорізька державна інженерна академія

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЇ СПОЖИВАННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЗА НАЯВНОСТІ У РОБОЧИХ ОБ'ЄМАХ ЙОГО КАМЕРНИХ ПЕЧЕЙ ПРОСТОРОВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ**

*Виконано аналіз можливості підвищення енергетичної ефективності газових камерних печей ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат». Представлені результати експериментальних досліджень впливу просторового електричного поля на розподіл теплоти у камерах печей.*

**Ключові слова:** енергетична ефективність, камерна піч, споживання природного газу, просторове електричне поле, тепловий баланс, теплота відхідних газів.

#### **Вступ**

Згідно Енергетичної стратегії України до 2030р. пріоритетними напрямками енергозбереження є зниження енергоємності виробництва, скорочення споживання первинних паливно-енергетичних ресурсів за рахунок впровадження новітніх енергоефективних та енергозберігаючих заходів. У цілому ж, споживання газу в Україні можна охарактеризувати як надлишкове й нераціональне.

На всі галузі промисловості сумарно припадає близько 40% від загального обсягу споживання природного газу (21 млрд. куб. м.), з них на потреби найбільш енергоємної металургійної галузі – 7 млрд. куб. м. Тому стратегічним завданням державного значення є модернізація промисловості щодо раціональності енерговикористання.

#### **Мета та завдання**

Експериментальне підтвердження можливості скорочення споживання камерними печами природного газу та визначення економії останнього за умови створення просторового електричного поля у їх камерах.

#### **Матеріал і результати досліджень**

В металургії і машинобудуванні організація виробництва з повним циклом виконання технологічних операцій базується на використанні камерних печей різних конструкцій. Маючи такі значні переваги як широкий спектр регулювання режиму роботи, простота та універсальність конструкції, що дозволяє нагрівати заготовки та деталі різних розмірів, маси і конфігурації, дані установки мають низку суттєвих недоліків. Серед останніх – недосконалість конструкції, значні втрати теплоти з димовими газами, тощо. Це призводить до нераціонального розподілу температури у камері печі і, як наслідок, перевитрати енергоресурсів та зменшення енергетичної ефективності у цілому. Оскільки в установках названого класу у якості палива використовують природний газ, вартість якого на думку більшості українських і закордонних експертів, в найближчій перспективі буде тільки зростати [1], першочергового значення набувають інноваційні рішення щодо їх енергоефективності. Сказане підтверджується досить жорсткими вимогами до сучасних конструкцій печей відносно інтенсифікації теплообміну в їх робочому просторі і зменшення питомої витрати палива [2]. Незважаючи на те, що вже запропоновано багато заходів підвищення енергоефективності такого обладнання ні один з них не передбачає суттєвих змін щодо більш ефективного використання теплоти в об'ємі камери за рахунок зменшення втрат з відхідними газами.

На ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат» (ТОВ «ЗТМК») для термообробки металу встановлена камерна піч з викатним подом, яка опалюється природним газом. Для виявлення причин її низької енергоефективності було розраховано тепловий баланс печі, за результатами якого визначено головні статті витрати теплової енергії, де найбільшу частину складає теплота, що втрачається з відхідними газами (37,7%). Тому пошуки шляхів більш ефективного використання теплоти за рахунок зменшення зазначеної статті витрат і викликали дослідницький інтерес [3,4].

Аналіз попередньо виконаних на експериментальній нагрівальній установці досліджень показав,

що вплив електричного поля на формування напрямку переміщення продуктів горіння палива є незаперечним [5,6], а застосування зазначеного методу може підвищити ефективність використання природного газу у теплових агрегатах і дати значну грошову економію [7]. Враховуючи те, що запропонований спосіб управління тепловими потоками за допомогою просторового електричного поля не є технічно складним завданням та не потребує значних капіталовкладень, його і було застосовано на камерній печі ТОВ «ЗТМК» (рис.1).

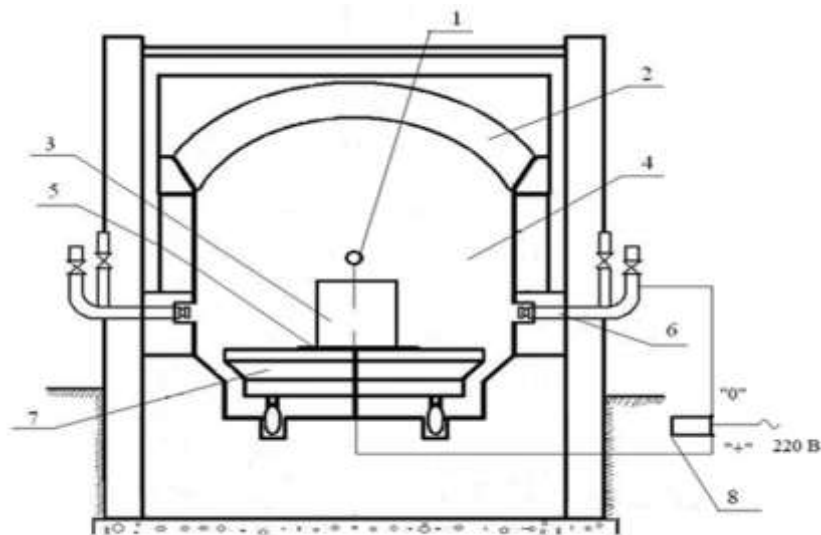


Рисунок1 – Схема застосування методу на камерній печі з підключеною електричною частиною:  
1– отвір для термопар, через який безконтактно вимірюється температура металу; 2 – склепіння; 3 – метал, що нагрівається; 4 – робочий простір; 5 – електропровідна пластина; 6 – пальник;  
7 – викатний під; 8 – електрична частина

Витрата природного газу вимірювалась газовим лічильником типу РГ 40, значення температур садки та склепіння – безконтактними лазерними пірметрами Optris LaserSight. Експерименти проведено з дотриманням заданого технологією температурно-часового режиму відпалу металу, результати якого наведено на рисунку 2.

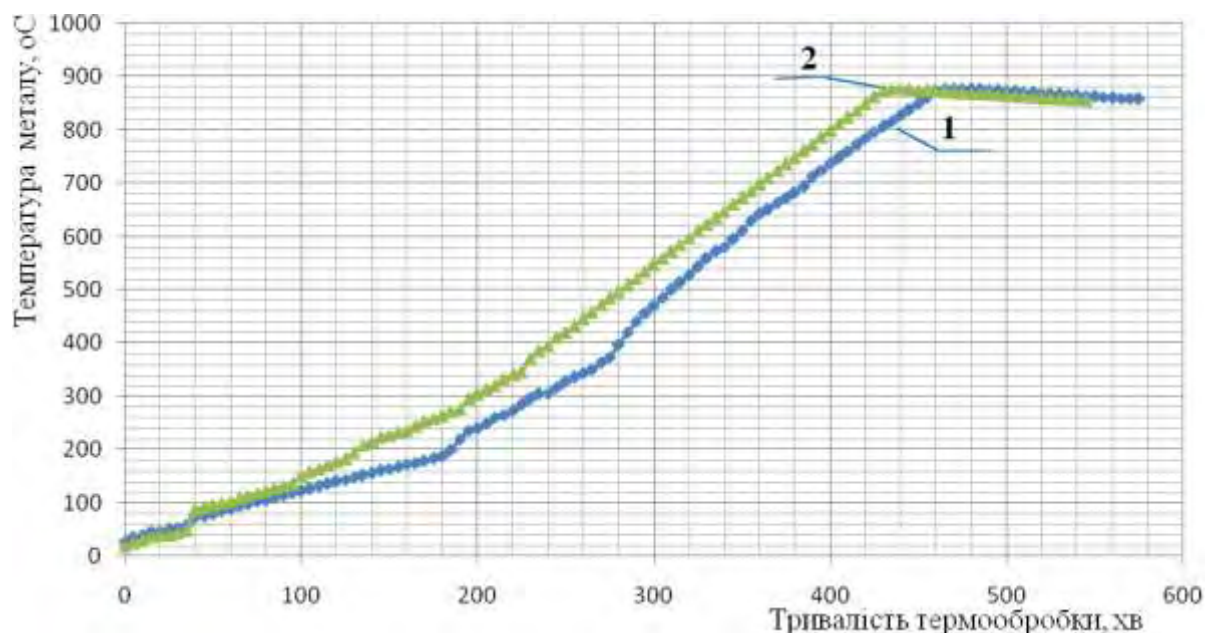


Рисунок2 – Графіки експериментальних значень температур відпалу металу:  
1 – без подачі напруги, 2 – під напругою 1000 В на садку металу

Аналіз графіків показує, що за умови використання запропонованого способу на камерній печі знижується її інерційність. Деталі швидше досягають потрібних температур та спостерігається більш прямолінійна крива відпалу. Все це свідчить про високу рівномірність нагріву садки й забезпечує кращу якість нагріву металу.

На рисунку 3 показано динаміку витрат природного газу у базовому режимі та за умови використання електричного поля у процесі нагрівання і витримки садки металу. Скачки на графіках відповідають почерговому включенню пальників.

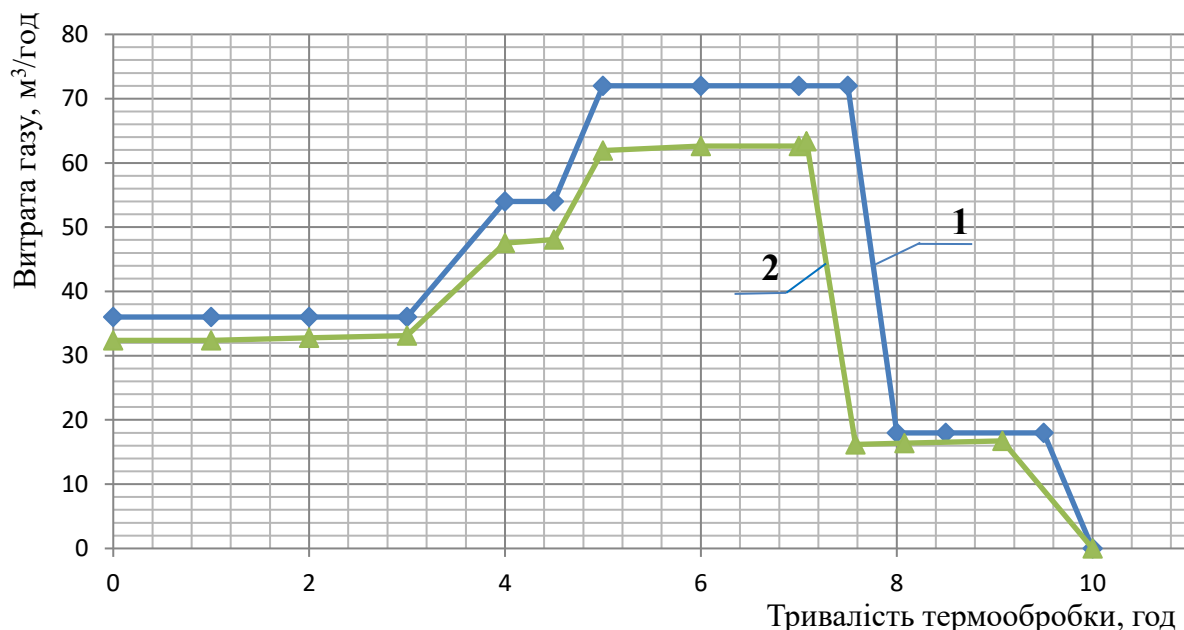


Рисунок 3 – Динаміка витрати газу на камерну піч:  
1 – без подачі напруги, 2 – під напругою 1000 В на садку металу

За результатами проведених експериментальних досліджень на печах відпалу за умови використання зазначеного способу за один цикл термічної обробки досягнуто скорочення споживання природного газу до 11 % у порівнянні з показниками діючої печі, що підтверджено відповідним актом.

#### Висновки

Впровадження запропонованого способу управління тепловими потоками за допомогою просторового електричного поля на камерних печах сприятиме підвищенню їх енергетичної ефективності, при цьому за один цикл термічної обробки можливе скорочення споживання природного газу до 11 %. Простота технічної реалізації методу свідчить про те, що його можна використати в умовах будь-якого підприємства, де використовують аналогічні печі.

#### Список використаної літератури.

1. Муніципальний енергетичний план Запоріжжя. Концепція. [Електронний ресурс] : – Режим доступу: [http://mer.ecosys.com.ua/data/mer\\_zp\\_concept.pdf](http://mer.ecosys.com.ua/data/mer_zp_concept.pdf)
2. Бергауз, А. Л. Повышение эффективности сжигания топлива в нагревательных и термических печах [Текст] / А.Л. Бергауз, Э.И. Розенфельд. – Л. : Недра, 1984. – 175 с.
3. Сазонов, Э. В. Утилизация теплоты и очистка газовых выбросов: [монография] / Эдуард Владимирович Сазонов. – Воронеж. – 2010. – 142 с.
4. Фиалко, Н. М. Эффективность систем утилизации теплоты отходящих газов энергетических установок различного типа [Текст] / Н. М. Фиалко, Ю. В. Шеренковский, А. И. Степанова и др. // Промышленная теплотехника. – 2008. – Т.30, № 3. – С. 68-76.
5. Качан, Ю. Г. Щодо можливості керування тепловими потоками просторовим електричним полем [Текст] / Ю. Г. Качан, В. Л. Коваленко, А. А. Візер // Металлургическая теплотехника : сборник научных трудов Национальной металлургической академии Украины. – 2013. – № 13. – С. 80-84.
6. Качан, Ю. Г. Моделирование температурного режима газовой нагревательной печи за наявності просторового електричного поля [Текст] / Ю. Г. Качан, В. Л. Коваленко, А. А. Візер // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2014. – № 2 (36). – С. 30-34.

7. Качан, Ю. Г. Кількісна оцінка ефективності газової нагрівальної установки за умови створення в її камері просторового електричного поля [Текст] / Ю. Г. Качан, В. Л. Коваленко, А. А. Візер // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2014. – № 4 (38). – С. 14-17.

**Y. Kachan**, Dr. Sc. Sciences, prof.,  
**V. Kovalenko** Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof.  
**A. Vizer**, TF

**Zaporozhye State Engineering Academy**

**ABOUT REDUCING THE NATURAL GAS OF CHAMBER FURNACES IN THE PRESENCE OF  
A SPATIAL ELECTRIC FIELD IN ITS CHAMBER AT THE INDUSTRIAL PLANT**

*The analysis of increasing the energy efficiency gas chamber furnaces of "Zaporozhye Titanium-Magnesium Combine" Ltd. It was determined that the main part of losses amounts to heat that is lost with the flue gases. The results of industrial researches showed possibility to control heat fluxes using spatial electric field in the chamber of furnaces.*

**Keywords:** energy efficiency, chamber furnace, the consumption of natural gas, the spatial electric field, heat balance, the heat of flue gases.

**References**

1. The municipal energy plan of Zaporozhye. Concept. [Electronic resource]: – Access: [http://mep.ecosys.com.ua/data/mep\\_zp\\_concept.pdf](http://mep.ecosys.com.ua/data/mep_zp_concept.pdf).
2. Bergauz, A.L. Improving the efficiency of fuel combustion in heating and thermal furnaces [Text] / A.L. Bergauz, E.I. Rosenfeld. – L: Nedra, 1984. – 175 p.
3. Sazonov E.V. Utilization heat and cleaning of gas emissions: [monograph] / Eduard Vladimirovich Sazonov. – Voronezh. – 2010. – 142 p.
4. Fialko N.M., Sherenkovsky Yu.I., Stepanova A.I. The effectiveness of heat recovery systems, flue gas of power plants of different types / Industrial heating engineering. – 2008. – Т.30, № 3. – P. 68-76.
5. Kachan, U.G., Kovalenko, V.L., Vizer A.A. About possibility to control heat fluxes using spatial electric fields / Metallurgical heating engineering : collection of scientific labours of the National metallurgical academy of Ukraine. – 2013. – № 13. – P. 80-84.
6. Kachan, U.G., Kovalenko, V.L., Vizer A.A. Modeling of the temperature condition of the gas heating furnace in spatial electric field. / POWER ENGINEERING: Economics, Tehnique, Ecology. – 2014. № 2. – P. 30-34.
7. Kachan, U.G., Kovalenko, V.L., Vizer, A.A. The quantitative analysis of gas heating instalation provided with creation of its space electric field. / POWER ENGINEERING: Economics, Tehnique, Ecology. – 2014. №4. – P. 14-17.

**УДК 621.783.2:621.311.16**

**Ю.Г. Качан**, д-р техн. наук, проф.,  
**В.Л. Коваленко**, канд. техн. наук, доц.,  
**А.А. Визер**, асист,

**Запорожская государственная инженерная академия**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ  
ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ НАЛИЧИИ В РАБОЧИХ ОБЪЕМАХ ЕГО КАМЕРНЫХ ПЕЧЕЙ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

*Выполнен анализ возможности повышения энергетической эффективности газовых камерных печей ООО «Запорожский титано-магний комбинат». Представлены результаты экспериментальных исследований влияния пространственного электрического поля на распределение теплоты в камерах печей.*

**Ключевые слова:** энергетическая эффективность, камерная печь, потребление природного газа, пространственное электрическое поле, тепловой баланс, теплота отходящих газов.

Надійшла 23.02.2017  
Received 23.02.2017